

大規模な伝統木造建築物の常時微動計測

正会員 ○藤井 智規^{*1} 同 飛田 潤^{*2}
同 福和 伸夫^{*3}

社寺建築 耐震補強 振動特性
常時微動 固有振動数 地盤周期

1. はじめに

筆者らはこれまでに伝統木造の社寺建築について地震観測や常時微動計測により振動特性を検討し、耐震補強の効果なども論じてきた¹⁾。今回は、曹洞宗大本山總持寺(横浜市鶴見区)について、制震補強工事を行った大規模建築物を含む同一敷地内の木造建築物5棟の常時微動計測を行う機会を得た。計測結果の分析を行い、従来の知見との比較を交えて考察する。

2. 対象建物概要

總持寺は鶴見川河口にあり、表層地盤は沖積層と考えられる。約8万坪の寺域に約30棟の建築物がある中で、木造建築物は約20棟あり、内156棟が国登録文化財に指定されている。計測対象とする建築物の摘要を表1に示す。この中で、祥雲閣以外の4棟の建築物が国登録文化財である。

1923年の大正関東地震では主に香積台と待鳳館が被災した記録が残る²⁾。香積台は傾斜地の

南側地面が崩れたために大破し、待鳳館は玄関を除いて倒壊した。震災後、香積台は修復が行われ、待鳳館は一度再建されたものの第二次世界大戦中に延焼予防のため解体された経緯がある。現在の待鳳館は、大戦後に東京・千駄ヶ谷の尾張徳川家旧書院を移築したものである。

香積台、紫雲臺、佛殿は建立年が新築であるが、待鳳館と祥雲閣は建立年が移築年であり、移築前は古民家であった。移築前の建築物の築年数は不明である。香積台は制震装置を用いた補強工事が行われており、その他の

表1 対象建物概要

| 種類 | 建物名 | 補強の前後 | 建立年 | 床面積(m ²) | 葺き方 | 葺土の有無 | 小屋組 | 建物高さ(m) |
|------|-----|-------|------|----------------------|-----|-------|-----|---------|
| 社寺建築 | 香積台 | 補強後 | 1920 | 860.0 | 桟瓦葺 | 無 | 切妻 | 17.40 |
| | 紫雲臺 | 現状 | 1915 | 891.4 | 桟瓦葺 | 有 | 入母屋 | 18.52 |
| | 佛殿 | 現状 | 1915 | 475.9 | 本瓦葺 | 有 | 入母屋 | 21.25 |
| 古民家 | 待鳳館 | 現状 | 1957 | 497.9 | 桟瓦葺 | 有 | 寄棟 | 8.86 |
| | 祥雲閣 | 現状 | 1915 | 501.9 | 桟瓦葺 | 有 | 寄棟 | 9.95 |

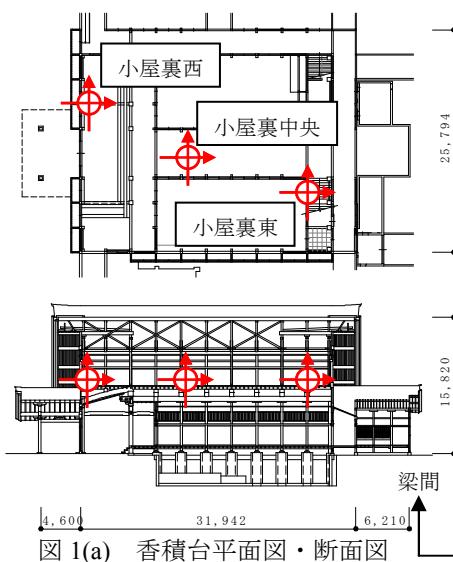


図1(a) 香積台平面図・断面図

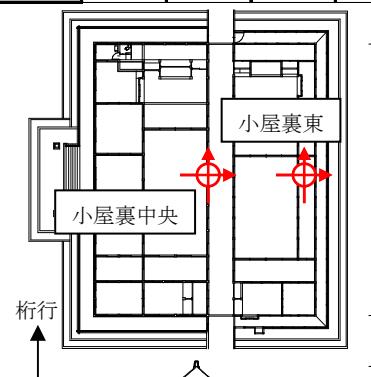


図1(b) 紫雲臺平面図・断面図

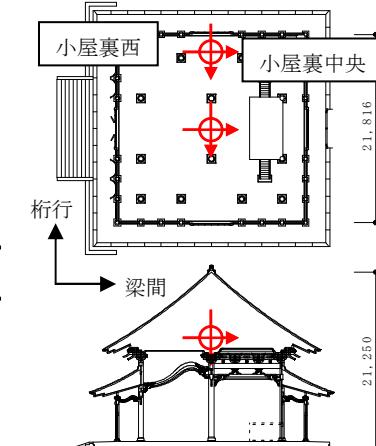


図1(c) 佛殿平面図・断面図

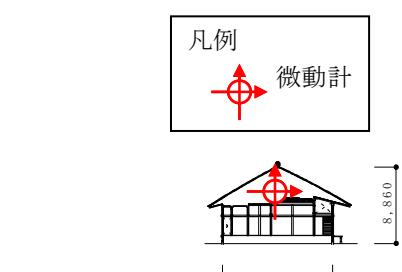


図1(d) 待鳳館断面図

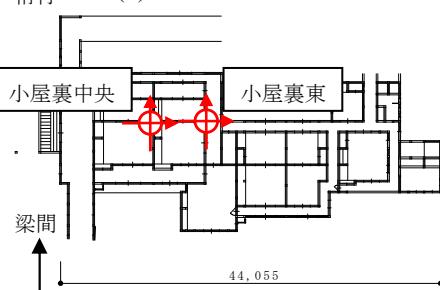


図1(e) 待鳳館平面図

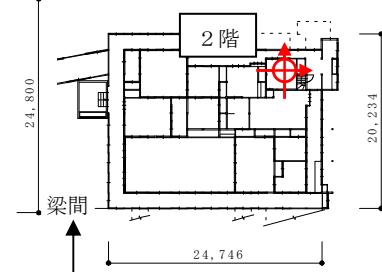


図1(f) 祥雲閣平面図

建築物は特に大規模な修繕が行われていない。屋根瓦は佛殿が本瓦葺でその他が桟瓦葺である。表1中の建物高さは地盤から建築物の最高高さとする。

3. 香積台の制震補強工事

2000年から2001年にかけて、既存の柱に柱を抱かせ、制震壁を増設する壁補強を行った。その際、補強前にあった葺土は、屋根荷重の軽量化を図り空葺き工法を採用したため撤去されている。この工事の前後には常時微動計測が実施されており、強震観測も行われている³⁾。

4. 常時微動計測結果

計測は2012年2月7日から2月8日の期間に行った。各建築物の平面図及び断面図を図1に示し、図中に微動計設置点と梁間方向及び桁行方向の向きを表す。原則として1回の計測で1棟を対象とし、小屋梁又は2階床上の数点と付近の地盤1点の同時観測を行っている。ただし、紫雲臺と待鳳館は近接しているため2棟を同時に計測した。

各建築物の地盤に対する小屋裏中央の伝達関数から求めた1次固有振動数を表2に示し、表1から建物高さと固有周期の関係を表すグラフを図2に示す。図中の破線及び直線は改修前後の梁間方向・桁行方向の回帰直線を表す。丸印で囲った値が、總持寺内の各建築物のものであり、その他の値は既往の計測結果⁴⁾である。また、既往の研究³⁾による補強前の香積台の計測結果を図2及び表2に追記している。

5棟の建築物の中で、待鳳館は複数の棟が隣接するため、梁間方向に2.5Hzと3.1Hzで卓越する振動数が見られた。小屋組が剛床でないため東西の棟の固有振動数が異なったためと考えられる。

図2より、香積台は改修前後においていずれも各々の回帰直線に近い値を示している。規模の大きい社寺建築の佛殿や紫雲臺と、元古民家の待鳳館や祥雲閣も、概ね良い相関が得られた。改修前の建築物はいずれも建立年から100年程度経過しており、経年劣化の度合いも今回計測を行った建築物と概ね一致していると考えられる。

5. 地盤の卓越振動数

地盤のH/Vスペクトルを図3に示す。0.2Hzのピークは深部地盤による卓越振動数、3.0Hz~4.0Hzのピークは表層地盤による卓越振動数と考えられる。表2の固有振動数から、大規模な建築物は地盤の卓越とは離れていることが分かる。

6. まとめ

同一敷地内の5棟の伝統木造建築物について常時微動計測を行った。これまでの計測結果とあわせて建物高さ

と固有周期の関係について見たところ、対象とした大規模な社寺建築や古民家は、同時期に建てられた一般的な社寺建築と同様の傾向を示した。地盤の計測結果とあわせて、今後の分析の基礎資料とする。この後、各建築物の詳細な振動特性の分析を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 藤井ほか：常時微動計測に基づく社寺建築の移築・耐震補強に伴う振動特性の変化、日本建築学会大会, B-2, 2009.8.
- 2) 斎藤美枝：鶴見總持寺物語、鶴見区文化協会, 2011
- 3) 石丸辰治ほか：伝統的木造建築物の制震改修について 一その1～その6、日本建築学会大会, B-2, 2001.9.

| 建物名 | 補強の前後 | | 固有振動数(1次)(Hz) | |
|-----|-------------------|------|---------------|----|
| | 梁間 | 桁行 | 梁間 | 桁行 |
| 香積台 | 補強前 ³⁾ | 1.23 | 1.34 | |
| | 補強後 | 1.78 | 1.73 | |
| 紫雲臺 | 現状 | 1.29 | 1.27 | |
| 佛殿 | 現状 | 1.20 | 1.20 | |
| 待鳳館 | 現状 | 2.47 | 2.76 | |
| 祥雲閣 | 現状 | 3.71 | 2.66 | |

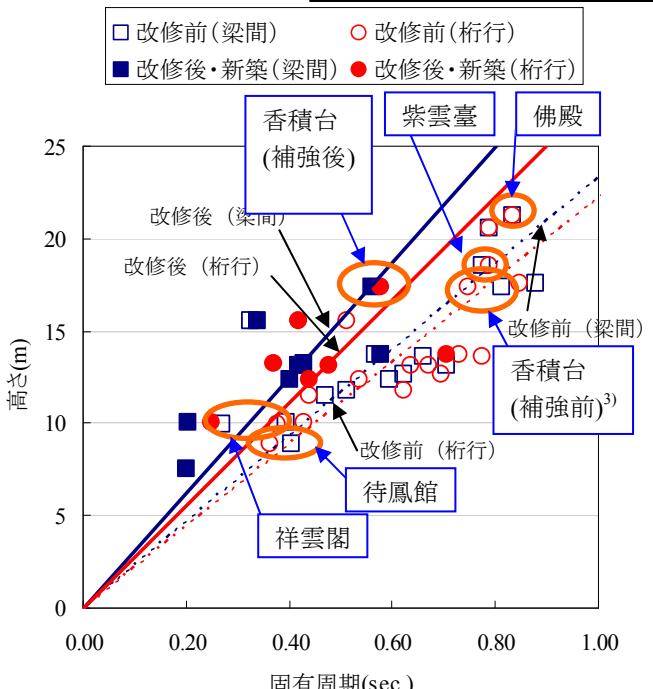


図2 建物高さと固有周期の関係

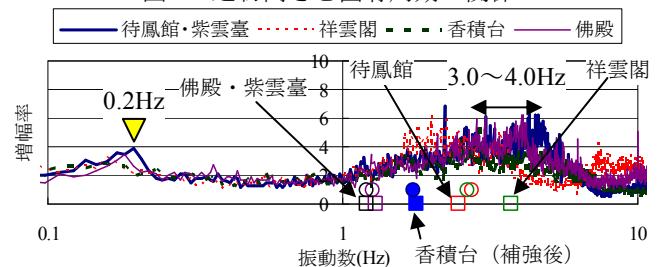


図3 地盤のH/Vスペクトル

*1 魚津社寺工務店・修士(工学)

*2 名古屋大学災害対策室 教授・工博

*3 名古屋大学減災連携研究センター 教授・工博

*1 Uotsu Shōji Corporation, M.Eng

*2 Prof., Disaster Management Office, Nagoya Univ., Dr.Eng.

*3 Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr.Eng.